UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Arah Penyinaran Pada Kanker Hati Dengan Terapi Ion Karbon Menggunakan Program PHITS Versi 3.341
Agung Ari Saputro, Dr.Ing. Ir. Sihana, IPU.;Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

OPTIMASI ARAH PENYINARAN PADA KANKER HATI DENGAN TERAPI ION KARBON MENGGUNAKAN PROGRAM PHITS VERSI 3.341

Agung Ari Saputro

21/481376/TK/53132

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 14 April 2026
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

GLOBOCAN 2022 melaporkan sekitar 408.000 kasus kanker baru dan 242.000 kematian akibat kanker di Indonesia. Terapi Radiasi Ion Karbon menjanjikan untuk penanganan kanker hati sebagai metode non-invasif. Keunggulan utamanya dibandingkan radioterapi berbasis foton konvensional adalah fenomena *Bragg peak*, yang memungkinkan pemberian dosis maksimum secara presisi ke volume target sambil melindungi jaringan sehat di sekitarnya dan organ yang berisiko. Studi ini menyelidiki perencanaan dan optimasi arah sinar CIRT menggunakan simulasi Monte Carlo melalui kode PHITS versi 3.341. Simulasi menggunakan fantom pria dewasa ORNL-MIRD dan teknik irradiasi penyebaran pasif. Sudut sinar bervariasi dari 0° hingga 180° dengan selang 30°, menargetkan dosis yang diresepkan sebesar 79,5 GyE yang diberikan dalam 15 fraksi. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi 180° (*posterior-anterior*, PA) merupakan yang optimal. Konfigurasi ini menghasilkan waktu irradiasi sebesar 55,13 detik per fraksi (total 826,89 detik). Selain itu, pengaturan ini mencapai cakupan target yang memadai (Volume Target Perencanaan atau PTV: 83,15 GyE) sambil menjaga dosis organ kritis—seperti hati (7,43 GyE), ginjal (8,29 GyE), dan OAR lainnya (< 1 GyE)—tetap di bawah ambang batas toleransi. Selain itu, sudut PA menunjukkan indeks konformitas dan homogenitas yang unggul (CI = 0,863; HI = 0,102) serta memenuhi kriteria Score-PTV dan Score-OAR.

Kata kunci: CIRT, kanker hati, arah penyinaran, PHITS 3.341

Pembimbing Utama : Dr.Ing. Ir. Sihana, IPU.

Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Arah Penyinaran Pada Kanker Hati Dengan Terapi Ion Karbon Menggunakan Program PHITS Versi 3.341
Agung Ari Saputro, Dr.Ing. Ir. Sihana, IPU.;Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

OPTIMIZATION OF BEAM DIRECTIONS IN CARBON ION RADIOTHERAPY FOR LIVER CANCER USING PHITS VERSION 3.341

Agung Ari Saputro
21/481376/TK/53132

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 14 April 2026
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

GLOBOCAN 2022 reported approximately 408,000 incident cancer cases and 242,000 cancer-related mortalities in Indonesia. Carbon Ion Radiotherapy (CIRT) has emerged as a promising non-invasive modality for liver cancer management. Its principal advantage over conventional photon-based radiotherapy is the Bragg peak phenomenon, which enables precise maximum dose delivery to the target volume while sparing surrounding healthy tissues and Organs at Risk (OARs). This study investigated the planning and optimization of CIRT beam directions using Monte Carlo simulations via the PHITS code version 3.341. Simulations employed the ORNL-MIRD adult male phantom and a passive scattering irradiation technique. Beam angles were varied from 0° to 180° at 30° intervals, targeting a prescribed dose of 79.5 GyE delivered over 15 fractions. Results demonstrated that the 180° (posterior-anterior, PA) configuration was optimal. It yielded an efficient irradiation time of 55.13 seconds per fraction (826.89 seconds total). Additionally, this setup achieved adequate target coverage (Planning Target Volume (PTV): 83.15 GyE) while maintaining critical organ doses—such as the liver (7.43 GyE), kidneys (8.29 GyE), and other OARs (< 1 GyE)—strictly below tolerance thresholds. Furthermore, the PA angle exhibited superior conformity and homogeneity indices (CI = 0.863; HI = 0.102) and satisfied both Score-PTV and Score-OAR criteria.

Keywords: CIRT, liver cancer, Irradiation direction, PHITS 3.341

Supervisor : Dr.Ing. Ir. Sihana, IPU.

Co-Supervisor : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.